

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 046 519.3

Anmeldetag: 23. September 2004

Anmelder/Inhaber: MICRONAS GmbH, 79108 Freiburg/DE

Bezeichnung: Verfahren und Schaltungsanordnung zur
Unterdrückung von Schwingungsmoden
in Ringoszillatoren

IPC: H 03 K 3/013

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. September 2005
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Letang

WESTPHAL · MUSSGNUG & PARTNER
Patentanwälte · European Patent Attorneys

MICRONAS GmbH
Hans-Bunte-Straße 19

79108 Freiburg

- Patentanmeldung -

Verfahren und Schaltungsanordnung
zur Unterdrückung von Schwingungsmoden
in Ringoszillatoren

Beschreibung

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Unterdrückung von Schwingungsmoden in Ringoszillatoren

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung von Schwingungsmoden, insbesondere von Schwingungsmoden höherer Ordnung, in einem Ringoszillator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Schaltungsanordnung zur Unterdrückung von Schwingungsmoden, insbesondere von Schwingungsmoden höherer Ordnung, in einem Ringoszillator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10.

Insbesondere zur Gewinnung verschiedener Signalphasenlagen werden in einigen Bereichen lange Ringoszillatoren eingesetzt. „Lang“ meint in diesem Fall, dass wesentlich mehr als die mindestens drei benötigten Verzögerungsstufen zum Einsatz kommen. Einen derartigen Ringoszillator 1 gemäß dem Stand der Technik mit einer Anzahl n von Verzögerungsstufen $V_0, V_1, V_2, \dots, V_m, \dots, V_{n-1}$, deren Eingänge über entsprechende Knoten $K_0, K_1, K_2, \dots, K_m, \dots, K_{n-1}$, mit den Ausgängen der jeweils nachfolgenden Verzögerungsstufen $V_0, V_1, V_2, \dots, V_m, \dots, V_{n-1}$ verbunden sind, ist in der Zeichnungsfigur 3 dargestellt.

Soll die Schwingungsfrequenz der Grundschiwingung des Ringoszillators variabel sein, so werden in ihrer Verzögerungszeit steuerbare Verzögerungselemente verwendet. Ist die Verzögerungszeit durch eine Steuerspannung veränderbar, so bildet diese Konstellation einen spannungsgeregelten Oszillator (VCO = Akronym für Voltage Controlled Oscillator oder Varactor Controlled Oscillator) zur Erzeugung einer Grundschiwingung, die zu einem zugeführten Referenzsignal phasenstarr ist, wird der

VCO in eine Phasenregelschleife (PLL = Akronym für Phase Locked Loop) eingebettet.

- 5 An jedem Verzögerungselement kann ein Signal mit einer definierten Phasenlage abgegriffen werden. Um eine maximale Symmetrie und damit eine minimale Abweichung der Phasenlagen von ihrem Sollwert zu gewährleisten, werden die Verzögerungselemente und deren Verbindungen möglichst gleichartig ausgeführt.
- 10 Während des Einschaltens der Betriebsspannung haben die Ein- und Ausgänge der Verzögerungselemente einen undefinierten Zustand. Erreicht die Betriebsspannung einen bestimmten Wert, so fangen die Verzögerungselemente an normal zu arbeiten. D. h., das Ausgangssignal leitet sich nach einer Zeitverzögerung aus dem Eingangssignal ab. Bevorzugt stellt das Ausgangssignal der Verzögerungsstufe deren invertiertes Eingangssignal dar. Wegen des zu Beginn undefinierten Zustands aller Verzögerungselemente breiten sich viele dynamische Signalübergänge aus. D.h., an mehreren Stellen des Oszillatorrings führt der Eingangspegel der Verzögerungselemente nach einer Verzögerung zu einer Änderung des Ausgangspegels.
- 20
- 25 In idealen Systemen würde dieser Zustand endlos andauern. In realen Systemen mit analogen Verzögerungselementen führen vorausseilende Übergänge dazu, dass nachfolgende Übergänge eine etwas kürzere Laufzeit durch die Verzögerungselemente haben. Dies kommt durch den endlichen Innenwiderstand, mit dem die elektrischen Ein- und Ausgangsknoten umgeladen werden. Dieser Innenwiderstand führt dazu, dass die Spannungsdifferenz der zwei unterschiedlichen Endzustände eines nachfolgenden Übergangs geringer wird und somit die Ausgänge der Verzögerungselemente ihren Zustand schneller wechseln können. Somit holt ein nachfolgender Übergang den vorausseilenden Übergang nach
- 30

einigen Umläufen im Oszillatorring ein und löscht sich dann mit diesem aus („Sogeffekt“). Dies passiert so lange, bis nur noch ein Übergang im Ring existiert. Dies ist bei allen Ringen mit einer ungeraden Anzahl von invertierenden Verzögerungselementen der Fall.

In realen Oszillatorringen kann es jedoch zu Kopplungseffekten kommen, die der Aufeinanderzubewegung der Übergänge entgegenwirkt. In diesem Fall überwiegt der oben genannte Beschleunigungseffekt nachfolgender Übergänge nur bei einer begrenzten Anzahl nachfolgender Verzögerungselemente.

Somit bleibt eine ungerade Anzahl größer eins von Übergängen im Oszillatorring dauerhaft erhalten. Dies führt zu unbestimmten Frequenzen oder Phasenlagen am Ausgang der Verzögerungselemente. Eine detaillierte Abhandlung der vorstehend beschriebenen Phänomene ist z.B. den Aufsätzen von Yasuo Arai „TMC304 (TMC-TEG3) Trouble Report“ vom 22.04.1996 und vom 31.05.1996 in KEK Research Japan (National High Energy Accelerator Research Organisation), Seiten 1 bis 8 zu entnehmen.

Dem kann entgegen gewirkt werden, indem der Lehre aus „Ring Oscillator Design, Test and Applications“ in Keithley Waferline Summer 2000, Seiten 2 bis 5 folgend in den Oszillatorring ein Tor eingebaut wird, das am Ausgang einen definierten Pegel liefert, unabhängig vom Eingang. Einen derartigen Ringoszillator 2 mit über Knoten $K_0, K_1, K_2, \dots, K_m, \dots, K_{n-1}$ verbundenen, einen Oszillatorring bildenden Verzögerungselementen $V_0, V_1, V_2, \dots, V_m, \dots, V_{n-1}$ und mit einem kombinierten Verzögerungs-/Torelement TV_{n-1} gemäß dem Stand der Technik entnimmt man z.B. der Figur 2.

Erst nach dem Erreichen der zur Funktion notwendigen Betriebsspannung wird das gegebenenfalls mit einem Verzögerungselement kombinierte Tor T_{Vn-1} geöffnet und der Ausgang ändert seinen Pegel in Abhängigkeit des Eingangs. Dies ist aber nur machbar, wenn ein entsprechendes Steuersignal S zur Verfügung steht, was im Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 2 von einer Torsteuereinrichtung 4 bereitgestellt wird.

Aus dem betriebsinternen Stand der Technik ist es bekannt, ein externes Steuersignal mit Hilfe eines Komparators zu erzeugen, der die Betriebsspannung des Ringoszillators mit einer Referenzspannung vergleicht, bei der alle Verzögerungselemente voll funktionsfähig sind.

Obwohl sich diese Ansteuerung des Tors in dem Ringoszillator dem Grunde nach bewährt hat, werden dadurch nicht zwangsläufig sämtliche unerwünschte Schwingungsmoden, insbesondere Moden höherer Ordnung, während des Betriebs z. B. durch Störeinflüsse wie Betriebsspannungsschwankungen, hochfrequente oder radioaktive Strahlung, eliminiert.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Unterdrückung von unerwünschten Schwingungsmoden in Ringoszillatoren bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 erfindungsgemäß gelöst.

Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung basiert auf der Idee, dass ein aus den Pegeln des Oszillatorrings gewonnenes Signal das oben erwähnte Tor steuert. Das Steuersignal hat so auszusehen, dass durch das Tor der normale Schwingungsmodus, nämlich die Grundschiwingung und/oder eine andere gewünschte Schwingung höherer Ordnung, nicht beeinflusst wird. Jedoch sollen alle anderen (unerwünschten) Schwingungsmoden, vorzugsweise alle höheren Schwingungsmoden im Falle der die normale Schwingungsmodus darstellenden Grundschiwingung, wirksam unterdrückt werden.

10

Ausgehend von einem Verfahren zur Unterdrückung von Schwingungsmoden, insbesondere von Schwingungsmoden höherer Ordnung, in Ringoszillatoren mit über Knoten verbundenen, einen Oszillatorring bildenden Verzögerungselementen und mit einem in dem Oszillatorring angeordneten Torelement, welches mittels eines Steuersignals zum Öffnen oder Schließen des Torelements angesteuert wird, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Steuersignal aus wenigstens einem der an den Knoten anliegenden Pegeln eines Oszillatorsignals abgeleitet wird.

20

In entsprechender Weise weist eine Schaltungsanordnung gattungsgemäßer Art mit über Knoten 0 verbundenen, einen Oszillatorring bildenden Verzögerungselementen und mit einem in dem Oszillatorring angeordneten Torelement, welches mittels eines Steuersignals zum Öffnen oder Schließen des Torelements angesteuert ist, zur Unterdrückung von Schwingungsmoden, insbesondere von Schwingungsmoden höherer Ordnung, in dem Ringoszillator erfindungsgemäß eine Torsteuereinrichtung auf, welche dazu vorgesehen bzw. ausgebildet ist, das vorerwähnte Steuersignal für das Torelement aus wenigstens einem der an den Knoten anliegenden Pegeln eines Oszillatorsignals abzuleiten.

30

In einer besonders vorteilhaften Verfahrensvariante ist vorgesehen, dass das Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen des Torelements angesteuert wird, wenn die an einer Anzahl vorbestimmter Knoten anliegenden Pegel einen jeweiligen
5 vorbestimmten logischen Zustand aufweisen. Unerwünschte Zustände sind stets unerwünschten Schwingungsmoden zuzuordnen, so dass nur dann ein Weiteroszillieren stattfindet, wenn sichergestellt ist, dass nur erwünschte Zustände bzw. Schwingungsmoden „weitergereicht“ werden.

10

Vorrichtungsmäßig ist die Torsteuereinrichtung der erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in entsprechender Weise ausgebildet, das Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen des Torelements anzusteuern, wenn die an einer Anzahl vorbestimmter Knoten anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (nämlich high oder low) aufweisen.
15

In weiterer Ausgestaltung dieser vorstehend angegebenen Verfahrensvariante ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen des Torelements angesteuert wird, wenn die an einer Anzahl in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high oder low) aufweisen. Die Anzahl und die Art der Schwingungsmoden,
20 die auftreten können, lässt sich bei dieser Variante in einfacher Weise (vorher-)bestimmen und damit der entsprechende Oszillator in geeigneter Weise konfigurieren.
25

Die Torsteuereinrichtung der Schaltungsanordnung ist dementsprechend ausgebildet, das Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen des Torelements anzusteuern, wenn die an einer Anzahl in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten
30

ten anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high oder low) aufweisen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich weiter Vorteil-
5 hafterweise dadurch aus, dass das Torelement nur dann mit dem
Steuersignal zum Öffnen des Torelements angesteuert wird, wenn
die an einer Anzahl in gleichen Abständen aufeinanderfolgender
Knoten anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logi-
schen Zustand (high oder low) aufweisen. Die Anzahl und die
10 Art der Schwingungsmoden, die auftreten können, lässt sich bei
dieser Variante in noch einfacher Weise (vorher-)bestimmen und
damit der entsprechende Oszillator in geeigneter Weise konfi-
gurieren, insbesondere dann, wenn Verzögerungselemente identi-
scher Art verwendet werden (Oszillator maximaler Symmetrie).

15 Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist zur Realisierung
dieses Verfahrens die Torsteuereinrichtung ausgebildet, das
Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen
des Torelements anzusteuern, wenn die an einer Anzahl in glei-
20 chen Abständen aufeinanderfolgender Knoten anliegenden Pegel
einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high oder
low) aufweisen.

Der Grad der Überwachung wird dadurch weiter erhöht, dass das
25 Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen des Tor-
elements angesteuert wird, wenn die an einer Anzahl unmittel-
bar aufeinanderfolgender Knoten anliegenden Pegel einen jewei-
ligen vorbestimmten logischen Zustand (high oder low) aufwei-
sen. Die Anzahl und die Auswahl der überwachten und zur Erzeu-
30 gung des Steuersignals herangezogenen Knoten bzw. Pegel hängt
insbesondere von der Art und der Anzahl der gewünschten bzw.
auszufilternden Schwingungsmoden ab.

Dem Verfahren entsprechend kann die Torsteuereinrichtung der Schaltungsanordnung der vorstehend genannten Art ausgebildet sein, das Torelement nur dann mit dem Steuersignal zum Öffnen des Torelements anzusteuern, wenn die an einer Anzahl unmittelbar aufeinanderfolgender Knoten anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high oder low) aufweisen.

Insbesondere zur Unterdrückung von Schwingungsmoden höherer Ordnung ist es vorteilhaft, wenn die jeweiligen vorbestimmten logischen Zustände (high oder low) für alle der Anzahl vorbestimmter Knoten insbesondere für alle der Anzahl in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten, insbesondere für alle der Anzahl in gleichen Abständen aufeinanderfolgender Knoten, insbesondere für alle der Anzahl unmittelbar aufeinanderfolgender Knoten, identisch gewählt werden.

Bei der korrespondierenden Schaltungsanordnung ist demzufolge in entsprechender Weise vorgesehen, dass die jeweiligen vorbestimmten logischen Zustände (high oder low) für alle der Anzahl vorbestimmter Knoten, insbesondere für alle der Anzahl in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten, insbesondere für alle der Anzahl in gleichen Abständen aufeinanderfolgender Knoten, insbesondere für alle der Anzahl unmittelbar aufeinanderfolgender Knoten, identisch sind.

Um die Anzahl überwachter Knoten gering zu halten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Anzahl vorbestimmter Knoten kleiner als die Gesamtzahl aller Knoten gewählt wird.

Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass die vorbestimmten Knoten so gewählt werden, dass die Pegel der nicht vorbe-

stimmten Knoten keinen unvorhersehbaren logischen Zustand (high oder low) einnehmen können.

Zur Erzeugung der Grundschiwingung werden die vorbestimmten Knoten vorzugsweise so gewählt werden, dass sich auf einer Sequenz aufeinanderfolgender nicht vorbestimmter Knoten dauerhaft keine zwei Pegelübergänge von einem logischen Zustand (high oder low) in einen anderen logischen Zustand (high oder low) ausbilden können.

10

Die Erfindung wird nunmehr anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 Ein Ausführungsbeispiel eines Ringoszillators mit einer automatischen Torsteuerung gemäß der Erfindung,

Figur 2 einen Aufbau eines Ringoszillators gemäß dem Stand der Technik mit Torelement zum Unterbinden unerwünschter Oszillationen. Das Torelement enthält ein Verzögerungselement. Über den Torsteuereingang kann ausgewählt werden, ob das Ausgangssignal des Torelements konstant oder von dessen Eingangssignal abhängig ist,

25

Figur 3 einen Aufbau eines aus gleichartigen (vorzugsweise invertierenden) Verzögerungsstufen bestehenden Ringoszillators gemäß dem Stand der Technik. Der Ringoszillator weist maximale Symmetrie auf.

30

Zur Erläuterung der Erfindung wird nunmehr von der in Figur 1 gezeigten Schaltungsanordnung ausgegangen. Die Schaltungsanordnung nach der Figur 1 umfasst einen Ringoszillator 3 mit

identischen, über Knoten $K_0, K_1, \dots, K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ verbundenen, einen Oszillaterring bildenden vorzugsweise invertierenden Verzögerungselementen $V_0, V_1, \dots, V_j \dots V_k \dots V_m \dots V_{n-1}, TV_{n-1}$, wobei eines der Verzögerungselemente V_{n-1} mit einem vorzugsweise invertierenden Torelement T , ein kombiniertes ggf. invertierendes Verzögerungs-/Torelement TV_{n-1} bildend, kombiniert ist, welches mittels eines Steuersignals S zum Öffnen oder Schließen des (kombinierten Verzögerungs-/) Torelements TV_{n-1} angesteuert ist. Erfindungsgemäß ist eine Torsteuereinrichtung 4 vorgesehen. Diese Torsteuereinrichtung 4 ist ausgebildet, das Steuersignal S aus mehreren der an den Knoten $K_0, K_1, \dots, K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ anliegenden Pegeln des Oszillatorsignals abzuleiten.

Zur Erklärung der Funktionsweise der Erfindung, nämlich der Ableitung des Steuersignals S zur Unterdrückung von Schwingungsmoden höherer Ordnung (außer der Grundmode) aus den an den Knoten anliegenden Pegeln sollen vorab noch einige Begriffe definiert werden:

- 1) Anfang des Rings
Der Ausgang des Torelements TV_{n-1} bzw. eine beliebige Stelle in einem Oszillaterring ohne Torelement
- 2) Ende des Rings
Der Eingang des Torelements TV_{n-1} bzw. der Eingang desjenigen Elements, dessen Ausgang der Anfang des Rings ist.
- 3) Zustand A: Der Zustand der Aus- und Eingänge der einzelnen Verzögerungselemente $V_1, \dots, V_j \dots V_k \dots V_m \dots V_{n-1}, TV_{n-1}$, wenn der Anfang und das Ende des Rings 3 den logischen Zustand „high“ haben und sich nur die Grundmode im Ringoszillator 3 befindet.

4) Zustand B: Der Zustand der Aus- und Eingänge der einzelnen Verzögerungselemente $V_1, \dots V_j \dots V_k \dots V_m \dots V_{n-1}, TV_{n-1}$, wenn der Anfang und das Ende des Rings 3 den logischen Zustand „low“ haben und sich nur die Grundmode im Ringoszillator 3 befindet.

5) Knoten K_m

Der Eingang des Verzögerungselements V_m (gleichbedeutend mit dem Ausgang des Verzögerungselements V_{m-1} für alle $m \geq 1$).

Mit obigen Begriffsdefinitionen ergibt sich, dass im Grundmode entweder alle Knoten $K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ den selben Zustand (A oder B) haben oder dass es genau einen Block aufeinanderfolgender Knoten $K_j \dots K_k$ gibt, die den Zustand A haben und einen Block aufeinanderfolgender Knoten, die den Zustand B haben. Haben alle Knoten $K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ den Zustand A, so erhält Knoten K_0 nach einer Verzögerungszeit den Zustand B. Dieser Zustand B setzt sich dann mit einer Verzögerungszeit nacheinander auf alle weiteren Knoten K_1, \dots

$K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ fort. Hat Zustand B den Knoten K_{n-1} erreicht, so haben alle Knoten $K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ den Zustand B. Nach einer Verzögerungszeit nimmt Knoten K_0 dann wieder den Zustand A ein und dieser breitet sich in gleicher Weise aus.

Existiert ein höherer Schwingungsmode im Oszillaterring, so gibt es zu keiner Zeit den Fall, dass alle Knoten $K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$ den selben Zustand aufweisen.

Im Grundmode ist es also nicht störend, Knoten K_0 so lange auf Zustand A zu setzen (unabhängig vom Zustand des Knotens K_{n-1} , bis alle Knoten bis zu einem bestimmten Knoten K_k den Zustand A

angenommen haben und erst wenn diese Bedingung erfüllt ist, den Knoten K_0 wieder von Knoten K_{n-1} abhängig zu machen. Wählt man für k den Wert $(n-1)$, so ist sofort klar, dass sich kein höherer Schwingungsmodus mehr ausbreiten kann. Dies kommt daher, dass dadurch erzwungen wird, dass alle Knoten den Zustand A annehmen. Dies induziert somit sofort den Grundmodus.

In der Praxis wird k etwas kleiner gewählt, damit die Verzögerung des Torelements T allein auf das Signal wirkt und nicht evtl. Verzögerungszeiten der Überwachungsschaltung.

Der Wert für k muss jedoch so groß gewählt werden, dass sich auf keinen Fall zwei Übergänge auf dem verbleibenden nicht überwachten Stück bis zum Ende des Rings 3 dauerhaft ausbilden können. Es ist aus dem gleichen Grund auch nicht nötig, alle Knoten $K_0, K_1, \dots, K_j \dots K_k$ des Bereichs von 0 bis k auf den Zustand A zu überwachen. Man kann sich darauf beschränken, nur jeden 2. oder 3. oder i . Knoten zu überwachen (je nach Reichweite des oben beschriebenen Sogeffekts). Der Anfang des überwachten Bereichs muss auch nicht Knoten K_0 sein, es kann auch Knoten K_j sein. Dann muss sichergestellt sein, dass sich im nicht überwachten Bereich von k bis j keine zwei Übergänge dauerhaft ausbilden können.

Statt Zustand A kann im definierten Bereich natürlich auch Zustand B überwacht werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Ringoszillator
- 2 Ringoszillator mit Torelement
- 5 3 Ringoszillator mit pegelgesteuertem Torelement
- 4 Torsteuereinrichtung

- V_0 Verzögerungselement 0
- V_1 Verzögerungselement 1
- 10 V_2 Verzögerungselement 2
- ...
- V_m Verzögerungselement m
- ...
- V_{n-1} Verzögerungselement n-1
- 15
- K_0 Knoten 0
- K_1 Knoten 1
- K_2 Knoten 2
- ...
- 20 K_j Knoten j
- K_k Knoten k
- ...
- K_m Knoten m
- ...
- 25 K_{n-1} Knoten n-1

- S Steuersignal
- T Torelement

- 30 TV_{n-1} kombiniertes Tor-/Verzögerungselement

- n Anzahl der Verzögerungselemente
- j Knotennummer

k Knotennummer

m Knotennummer

τ Verzögerungszeit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterdrückung von Schwingungsmoden, insbesondere von Schwingungsmoden höherer Ordnung, in einem Ringoszillator (3) mit über Knoten (K_0, K_1, \dots

$K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$) verbundenen, einen Oszillatorring bildenden Verzögerungselementen ($V_0, V_1, \dots V_j \dots V_k \dots V_m \dots V_{n-1}, TV_{n-1}$) und mit einem in dem Oszillatorring angeordneten Torelement (T, TV_{n-1}), welches mittels eines Steuersignals (S) zum Öffnen oder Schließen des Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Steuersignal (S) aus wenigstens einem der an den Knoten ($K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$) anliegenden Pegeln eines Oszillatorsignals abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S) zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert wird, wenn die an einer Anzahl (k) vorbestimmter Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S) zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert wird, wenn die an einer Anzahl (k) in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) aufweisen.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S)
zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert wird,
5 wenn die an einer Anzahl (k) in gleichen Abständen aufeinander-
einanderfolgender Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$ anliegenden Pegel
einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high,
low) aufweisen.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S)
zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert wird,
wenn die an einer Anzahl (k) unmittelbar aufeinanderfol-
15 gender Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$ anliegenden Pegel einen je-
weiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) auf-
weisen.

20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die jeweiligen vorbestimmten logischen Zustände (high,
low) für alle der Anzahl (k) vorbestimmter Knoten $(K_1, \dots$
25 $K_j \dots K_k)$, insbesondere für alle der Anzahl (k) in regelmä-
ßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten $(K_1, \dots$
 $K_j \dots K_k)$, insbesondere für alle der Anzahl (k) in gleichen
Abständen aufeinanderfolgender Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$,
insbesondere für alle der Anzahl (k) unmittelbar aufeinander-
einanderfolgender Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$, identisch gewählt
werden.

30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Anzahl (k) vorbestimmter Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) kleiner als die Gesamtzahl (n) aller Knoten ($K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$) gewählt wird.

5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
da durch gekennzeichnet, dass
die vorbestimmten Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) so gewählt werden,
dass die Pegel der nicht vorbestimmten Knoten ($K_0, K_{k+1}, \dots K_{n-1}$)
keinen unvorhersehbaren logischen Zustand
10 (high, low) einnehmen können.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
da durch gekennzeichnet, dass
die vorbestimmten Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) so gewählt werden,
15 dass sich auf einer Sequenz aufeinanderfolgender
nicht vorbestimmter Knoten ($K_{k+1}, \dots K_{n-1}$) dauerhaft keine
zwei Pegelübergänge von einem logischen Zustand (high,
low) in einen anderen logischen Zustand (high, low) aus-
bilden können.

20 10. Schaltungsanordnung zur Unterdrückung von Schwingungsmoden,
insbesondere von Schwingungsmoden höherer
Ordnung, in einem Ringoszillator (3) mit über Knoten ($K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$)
verbundenen, einen Oszillator-
25 ring bildenden Verzögerungselementen ($V_0, V_1, \dots V_j \dots V_k \dots V_m \dots V_{n-1}, TV_{n-1}$)
und mit einem in dem Oszillator-
ring angeordneten Torelement (T, TV_{n-1}), welches mittels
eines Steuersignals (S) zum Öffnen oder Schließen des
Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert ist,
30 da durch gekennzeichnet, dass
eine Torsteuereinrichtung (4) vorgesehen ist, welche dazu
vorgesehen ist, das Steuersignal (S) aus wenigstens einem

der an den Knoten ($K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$) anliegenden Pegeln eines Oszillatorsignals abzuleiten.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Torsteuereinrichtung (4) ausgebildet ist, das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S) zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) anzusteuern, wenn die an einer Anzahl (k) vorbestimmter Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) aufweisen.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Torsteuereinrichtung (4) ausgebildet ist, das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S) zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) anzusteuern, wenn die an einer Anzahl (k) in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) aufweisen.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Torsteuereinrichtung (4) ausgebildet ist, das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S) zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) anzusteuern, wenn die an einer Anzahl (k) in gleichen Abständen aufeinanderfolgender Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) aufweisen.

14. Schaltungsanordnung nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Torsteuereinrichtung (4) ausgebildet ist, das Torelement (T, TV_{n-1}) nur dann mit dem Steuersignal (S) zum Öffnen des Torelements (T, TV_{n-1}) anzusteuern, wenn die an einer Anzahl (k) unmittelbar aufeinanderfolgender Knoten
5 $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$ anliegenden Pegel einen jeweiligen vorbestimmten logischen Zustand (high, low) aufweisen.

15. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die jeweiligen vorbestimmten logischen Zustände (high, low) für alle der Anzahl (k) vorbestimmter Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$, insbesondere für alle der Anzahl (k) in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgender Knoten $(K_1, \dots$
15 $K_j \dots K_k)$, insbesondere für alle der Anzahl (k) in gleichen Abständen aufeinanderfolgender Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$, insbesondere für alle der Anzahl (k) unmittelbar aufeinanderfolgender Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$, identisch sind.

20 16. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Anzahl (k) vorbestimmter Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$ kleiner als die Gesamtzahl (n) aller Knoten $(K_0, K_1, \dots$
25 $K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1})$ ist.

17. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
30 die vorbestimmten Knoten $(K_1, \dots K_j \dots K_k)$ so gewählt sind, dass die Pegel der nicht vorbestimmten Knoten $(K_0, K_{k+1}, \dots K_{n-1})$ keinen unvorhersehbaren logischen Zustand (high, low) einnehmen können.

18. Schaltungsanordnung nach Anspruch 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die vorbestimmten Knoten ($K_1, \dots K_j \dots K_k$) so gewählt sind,
5 dass sich auf einer Sequenz aufeinanderfolgender nicht
vorbestimmter Knoten ($K_{k+1}, \dots K_{n-1}$) dauerhaft keine zwei
Pegelübergänge von einem logischen Zustand (high, low) in
einen anderen logischen Zustand (high, low) ausbilden kön-
nen.

10

15

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Schaltungsanordnung zur Unterdrückung von Schwingungsmoden, insbesondere von Schwingungsmoden höherer Ordnung, in einem Ringoszillator (3) mit über Knoten ($K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$) verbundenen, einen Oszillaterring bildenden Verzögerungselementen ($V_0, V_1, \dots V_j \dots V_k \dots V_m \dots V_{n-1}, TV_{n-1}$) und mit einem in dem Oszillaterring angeordneten Torelement (T, TV_{n-1}), welches mittels eines Steuersignals (S) zum Öffnen oder Schließen des Torelements (T, TV_{n-1}) angesteuert wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, das Steuersignal (S) aus wenigstens einem der an den Knoten ($K_0, K_1, \dots K_j \dots K_k \dots K_m \dots K_{n-1}$) anliegenden Pegeln eines Oszillatorsignals abzuleiten. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung weist zu diesem Zweck eine entsprechend dieser Funktionalität ausgebildete Torsteuereinrichtung auf.

Figur 1

Fig. 1

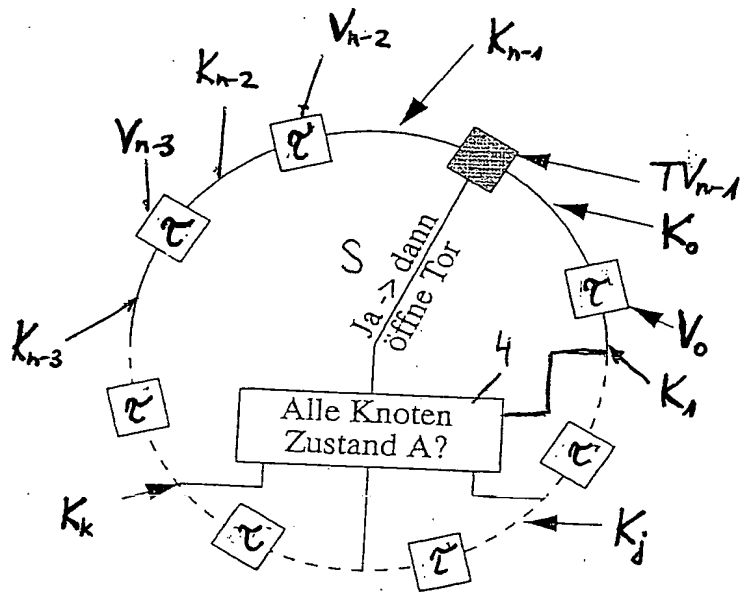


Fig. 3
Stand der Technik

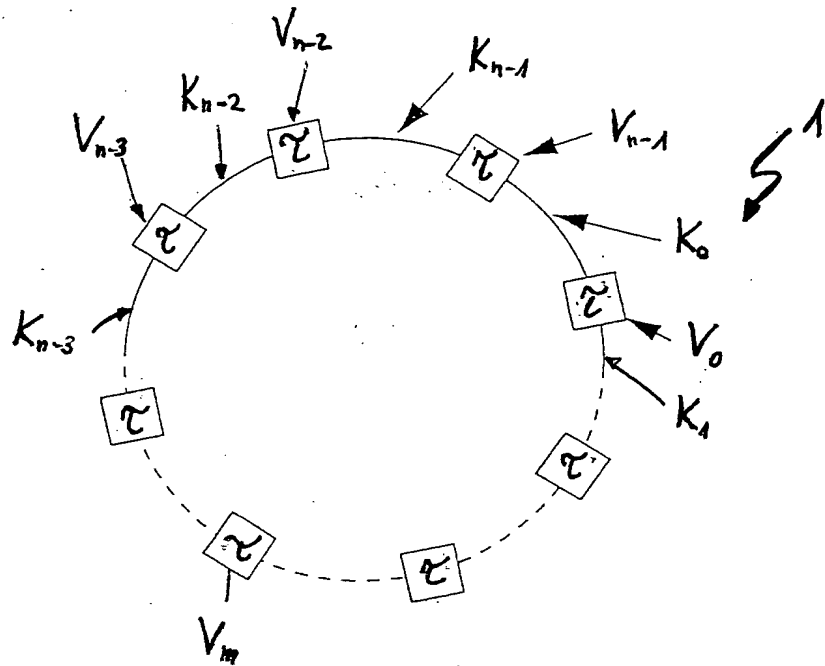


Fig. 2
Stand der Technik

